

## Beschreibung

Kontaktierungsmatte für einen Aktor und zugehöriges Herstellungsverfahren

Die Erfindung betrifft eine Kontaktierungsmatte zur elektrische Kontaktierung eines Aktors, insbesondere für einen Piezoaktor zum Antrieb eines Injektors einer Einspritzanlage, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein zugehöriges Herstellungsverfahren gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 14.

Moderne Einspritzanlagen für Brennkraftmaschinen weisen zur mechanischen Ansteuerung der Injektoren zunehmend Piezoaktoren auf, die im Vergleich zu herkömmlichen elektromagnetischen Aktoren ein besseres dynamisches Verhalten aufweisen. Derartige Piezoaktoren haben herkömmlicherweise einen Piezostapel, in dem eine Vielzahl von schichtförmigen Piezoelementen übereinander angeordnet sind, wobei sich zwischen den einzelnen Piezoelementen jeweils schichtförmige Elektroden befinden. Die elektrische Kontaktierung des Piezostapels erfolgt durch Metallisierungsstreifen, die auf gegenüberliegenden Seitenflächen des Piezostapels angeordnet sind und über die gesamte Länge des Piezostapels reichen, wobei die einzelnen schichtförmigen Elektroden des Piezostapels abwechselnd mit einem der beiden Metallisierungsstreifen verbunden sind. Die beiden Metallisierungsstreifen sind wiederum mit zwei Anschlussstiften verbunden, die auf gegenüberliegenden Seiten des Piezostapels angeordnet sind und stirnseitig aus dem Piezoaktor herausragen, um an der Außenseite eine elektrische Kontaktierung zu ermöglichen.

Aus DE 100 26 635 A1 ist es bekannt, zur elektrischen Verbindung der Metallisierungsstreifen des Piezostapels mit den zugehörigen Anschlussstiften eine Kontaktierungsmatte in Form eines Drahtgeflechts zu verwenden, wobei die Kontaktierungsmatte sogenannte Schussfäden und Kettfäden aufweist. Die Schussfäden sind hierbei parallel zueinander angeordnet, be-

stehen aus einem leitfähigen Material und verbinden die Metallisierungstreifen des Piezostapels mit dem jeweils zugehörigen Anschlussstift. Die sogenannten Kettfäden verlaufen dagegen innerhalb der Kontaktierungsmatte rechtwinklig zu den Schussfäden und verbinden diese untereinander, um die Schussfäden mechanisch zu stabilisieren.

Nachteilig an dieser bekannten Kontaktierungsmatte ist die Tatsache, dass es im Betrieb des Piezoaktors zu Brüchen und Rissen in der Kontaktierungsmatte kommen kann.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, die vorstehend beschriebene bekannte Kontaktierungsmatte dahingehend zu verbessern, dass im Betrieb des Aktors keine Störungen auftreten.

Darüber hinaus soll die Kontaktierungsmatte auch bei einer kostengünstigen Serienfertigung eines Piezoaktors eine elektrische Kontaktierung des Piezoaktors ermöglichen.

Diese Aufgabe wird, ausgehend von der vorstehend beschriebenen bekannten Kontaktierungsmatte gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 und - hinsichtlich eines entsprechenden Herstellungsverfahrens - durch die Merkmale des Anspruchs 14 gelöst.

Die Erfindung beruht auf der technischen Erkenntnis, dass die im Betrieb des Aktors auftretenden Risse innerhalb der Kontaktierungsmatte durch die Längenänderung des Piezostapels verursacht werden, wodurch die sogenannten Kettfäden mechanisch belastet werden.

Es ist deshalb im Rahmen der Erfindung vorgesehen, die Querverbindungen zwischen den Drähten der Kontaktierungsmatte nicht durch separate Kettfäden herzustellen, sondern durch die Anschlussstifte des Aktors. Dies ist vorteilhaft, da die Anschlussstifte des Aktors im montierten Zustand innerhalb

der Kontaktierungsmatte den größten Abstand zu dem Aktor aufweisen und deshalb von betriebsbedingten Längenänderungen des Aktors am wenigsten beeinflusst werden.

Die erfindungsgemäße Kontaktierungsmatte weist deshalb in herkömmlicher Weise mehrere nebeneinander angeordnete, elektrisch leitfähige Drähte auf, die durch Querverbindungen miteinander verbunden sind, um eine Kontaktierungsmatte zu bilden. Die Querverbindungen zwischen den einzelnen Drähten bestehen hierbei jedoch im Gegensatz zum Stand der Technik aus den Anschlussstiften, die im montierten Zustand zur elektrischen Kontaktierung des Aktors dienen.

Vorzugsweise weisen die Anschlussstifte der erfindungsgemäßen Kontaktierungsmatte Drahtführungen auf, um die einzelnen Drähte mechanische zu führen. Derartige Drahtführungen können beispielsweise aus Abplattungen oder Einkerbungen der Anschlussstifte bestehen, jedoch sind auch andere Gestaltungen der Drahtführungen möglich.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Anschlussstifte innerhalb der Kontaktierungsmatte in Längsrichtung der Drähte im wesentlichen äquidistant angeordnet. Dies ist vorteilhaft, da bei fertigen Aktoren desselben Typs die Drahtlänge zwischen den Metallisierungstreifen des Aktors und dem zugehörigen Anschlussstift konstant ist.

Darüber hinaus umfasst die Erfindung die allgemeine technische Lehre, anstelle von unflexiblen Kettfäden aus Draht ein nachgiebiges Material (z.B. Silikon) zu verwenden, um die einzelnen Drähte der Kontaktierungsmatte zwischen den Anschlussstiften miteinander zu verbinden. Durch die Nachgiebigkeit der Verbindung zwischen den einzelnen Drähten der Kontaktierungsmatte wird vorteilhaft verhindert, dass eine Längenänderung des Piezostapels im späteren Betrieb zu einer Beschädigung der Verbindung führt.

Vorzugsweise ist das nachgiebige Material elastisch und/oder schwingungsdämpfend, um eine Beschädigung im späteren Betrieb zu vermeiden. Es ist jedoch theoretisch auch möglich, dass das nachgiebige Material ein plastisches Verformungsverhalten aufweist. Entscheidend ist lediglich, dass das Material hinreichend nachgiebig ist, um im späteren Betrieb des Aktors die Längenänderung des Aktorkörpers auszugleichen.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die einzelnen Drähte der Kontaktierungsmatte in das nachgiebige Material eingehüllt, wozu die einzelnen Drähte beispielsweise mit dem nachgiebigen Material umgossen oder umspritzt werden können.

Als Material zur nachgiebigen Verbindung der einzelnen Drähte der Kontaktierungsmatte eignet sich besonders vorteilhaft Silikon oder ein anderes silikonhaltiges Material, da Silikon gute elastische Eigenschaften aufweist und ein gutes Dämpfungsverhalten zeigt. Die Erfindung ist jedoch hinsichtlich des zu verwendenden Materials für die nachgiebige Verbindung der Drähte nicht auf Silikon beschränkt, sondern grundsätzlich auch mit anderen Materialien realisierbar, die ein geeignetes Verformungsverhalten aufweisen.

Vorteilhaft an der Verbindung der einzelnen Drähte zu einer Kontaktierungsmatte ist die gute Handhabbarkeit, da die Kontaktierungsmatte beispielsweise auf eine Vorratsrolle aufgewickelt werden kann, wobei die aufgewickelte Kontaktierungsmatte die Kontaktierung einer Vielzahl von Aktoren ermöglicht. Die Kontaktierungsmatte kann also in einem separaten Herstellungsverfahren vorgefertigt werden, was eine effiziente und kostengünstige Fertigung erlaubt.

Die Erfindung betrifft jedoch nicht nur die vorstehend beschriebene Kontaktierungsmatte, sondern auch einen Aktor mit einer derartigen Kontaktierungsmatte zur elektrischen Verbin-

derung eines Aktorkörpers mit zwei zugehörigen Anschlussstiften.

Vorteilhaft an einem derartigen Aktor mit der erfindungsgemäßen Kontaktierungsmatte ist unter anderem die Tatsache, dass auf einen vollständigen, massiven Verguss des Aktors mit einer Vergussmasse (z.B. Silikon) verzichtet werden kann, da die einzelnen Drähte der Kontaktierungsmatte bereits durch das nachgiebige Material ausreichend gestützt werden.

Es ist jedoch auch bei dem erfindungsgemäßen Aktor grundsätzlich möglich, den Aktor in herkömmlicher Weise massiv und vollständig mit einer Vergussmasse (z.B. Silikon) zu vergießen. Bei einem derartigen vollständigen Vergießen des Aktors unterscheidet sich die Vergussmasse jedoch vorzugsweise hinsichtlich ihrer Materialeigenschaften von dem nachgiebigen Material, das die einzelnen Drähte der Kontaktierungsmatte miteinander verbindet. So sollte das nachgiebige Material zur Verbindung der einzelnen Drähte der Kontaktierungsmatte vorzugsweise ein Benetzungs- und Fliessverhalten aufweisen, das es ermöglicht, das nachgiebige Material durch einen Tauchvorgang auf die Drähte der Kontaktierungsmatte aufzubringen, wobei das nachgiebige Material beim Verfestigen Verbindungsbrücken zwischen den einzelnen Drähten der Kontaktierungsmatte bildet. Im Gegensatz dazu sollte die Vergussmasse für das massive Vergießen des gesamten Aktors vorzugsweise ein Benetzungs- und Fliessverhalten aufweisen, das auch eine Füllung kleiner Hohlräume innerhalb des Aktors sicherstellt.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Kontaktierungsmatte kann also im Rahmen eines separaten Fertigungsverfahrens erfolgen, so dass die fertige Kontaktierungsmatte mit dem Aktorkörper verbunden werden kann.

Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet oder werden nachstehend zusam-

men mit der Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1            eine Perspektivansicht eines Piezostapels mit zwei zugehörigen Anschlussstiften und einer Kontaktierungsmatte zur elektrischen Verbindung des Piezostapels mit den Anschlussstiften,
- Figur 2            eine Querschnittsansicht eines Teils der Kontaktierungsmatte aus Figur 1,
- Figur 3            eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens,
- Figur 4            eine schematische Querschnittsansicht des Piezostapels mit den Anschlussstiften und der Kontaktierungsmatte aus Figur 3,
- Figur 5            die erfindungsgemäße Kontaktierungsmatte aus den Figuren 1 und 2 im vormontierten Zustand sowie
- Figur 6            einen Anschlussstift der erfindungsgemäßen Kontaktierungsmatte im Querschnitt mit einem der Drähte.

Die Querschnittsansicht in Figur 1 zeigt einen Piezostapel 1, der eine Vielzahl von übereinander angeordneten schichtförmigen Piezoelementen aufweist, wobei zwischen den einzelnen Piezoelementen jeweils eine Elektrodenschicht angeordnet ist.

Auf die in der Zeichnung sichtbare vordere Seitenfläche des Piezostapels 1 ist ein Metallisierungstreifen 2 aufgebracht, der über die gesamte Länge des Piezostapels durchgeht.

Ein weiterer derartiger Metallisierungsstreifen ist auf die in der Zeichnung nicht sichtbare hintere Seitenfläche des Piezostapels 1 aufgebracht, wobei die einzelnen Elektroden-schichten des Piezostapels 1 abwechselnd mit dem Metallisierungsstreifen 2 und mit dem nicht sichtbaren hinteren Metallisierungsstreifen verbunden sind.

Die elektrische Kontaktierung erfolgt hierbei durch zwei Anschlussstifte 3, 4 die seitlich neben dem Piezostapel 1 angeordnet und parallel zueinander ausgerichtet sind.

Der Anschlussstift 3 ist über eine Vielzahl von elektrisch leitfähigen Drähten 5 mit dem Metallisierungsstreifen 2 verbunden, während der Anschlussstift 4 über verdeckte weitere Drähte mit dem an der Hinterseite des Piezostapels 1 angeordneten und nicht sichtbaren Metallisierungsstreifen verbunden ist.

Die einzelnen Drähte 5 sind hierbei jeweils durch Lötstellen 6, 7 mit dem Anschlussstift 3 und dem Metallisierungsstreifen 2 verbunden.

Vorteilhaft an der Verbindung des Metallisierungsstreifens 2 mit dem Anschlussstift 3 durch eine Vielzahl von Drähten 5 ist die Tatsache, dass die einzelnen Drähte 5 bei der im späteren Betrieb des Piezoaktors auftretenden Längenänderung des Piezostapels 1 individuell der Bewegung des Piezostapels 1 folgen können, wodurch die Gefahr einer Beschädigung der Drähte 5 herabgesetzt wird.

Zum anderen führt die Vielzahl der Drähte 5 zu einer erhöhten Betriebssicherheit, da auch bei einer Unterbrechung der durch einen der Drähte 5 hergestellten elektrischen Verbindung noch eine sichere Kontaktierung durch die anderen Drähte 5 gewährleistet ist.

Aus zeichnungstechnischen Gründen sind die einzelnen Drähte 5 in Figur 1 einzeln dargestellt. Aus der Querschnittsansicht in Figur 2 ist jedoch ersichtlich, dass die einzelnen Drähte 5 in ein Material 8 eingebettet sind und eine Kontaktierungsmatte 9 bilden, wobei das Material 8 mechanische Verbindungsbrücken zwischen den einzelnen Drähten 5 bildet.

Bei dem Material 8 handelt es sich hierbei um Silikon, das ein elastisches und schwingungsdämpfendes Verformungsverhalten aufweist, so dass Längenänderungen des Piezostapels 1 im späteren Betrieb des Piezoaktors nicht zu einer Beschädigung der Drähte 5 oder der Lötstellen 6, 7 führen.

Die Umhüllung der Drähte 5 mit dem nachgiebigen Material 8 kann hierbei im Rahmen eines separaten Herstellungsverfahrens erfolgen, bevor die Kontaktierungsmatte 9 mit dem Piezostapel 1 und den Anschlussstiften 3, 4 verbunden wird. Hierzu können die einzelnen Drähte 5 beispielsweise in ein Tauchbad aus verflüssigtem Silikon eingetaucht werden, wobei die Oberflächen der Drähte 5 mit Silikon benetzt werden, so dass sich Verbindungsbrücken zwischen den einzelnen Drähten 5 ausbilden.

Figur 3 zeigt in stark vereinfachter Form eine Vorrichtung zur Herstellung von Piezoaktoren mit der erfindungsgemäßen Kontaktierungsmatte.

Hierzu weist die Vorrichtung zwei Vorratsrollen 10, 11 auf, auf die jeweils eine fertige Kontaktierungsmatte 12, 13 aufgewickelt ist.

Die Kontaktierungsmatten 12, 13 mit den Anschlussstiften 14, 15 werden dann von den Vorratsrollen 10, 11 abgewickelt und auf die Metallisierungstreifen 16, 17 eines Piezostapels 18 aufgebracht.



Anschließend wird die Kontaktierungsmatte 12 dann mit dem Metallisierungsstreifen 16 verlötet und daraufhin zwischen dem Anschlussstift 14 und der Vorratsrolle 10 getrennt.

In ähnlicher Weise wird die Kontaktierungsmatte 13 mit dem Metallisierungsstreifen 17 verlötet und dann zwischen dem Anschlussstift 15 und der Vorratsrolle 11 getrennt.

In einem nächsten Arbeitsschritt wird die Kontaktierungsmatte 12 dann um den Piezostapel 18 in Uhrzeigerrichtung herum geschlagen, bis der Anschlussstift 14 die in Figur 4 gezeigte Endstellung einnimmt.

In ähnlicher Weise wird auch die Kontaktierungsmatte 13 in Uhrzeigerrichtung um den Piezostapel 18 herumgeschlagen, bis der Anschlussstift 15 die in Figur 4 gezeigte Endstellung einnimmt.

Schließlich kann die gesamte Piezoeinheit dann noch massiv vergossen werden, was bekannt ist und deshalb zur Vereinfachung nicht weiter beschrieben wird.

Figur 5 zeigt ferner die Kontaktierungsmatte 19 im vormontierten Zustand mit drei Anschlussstiften 20, 21, 22 und mehreren Drähten 23, wobei die Anschlussstifte 20-22 mit den Drähten 23 verlötet sind und rechtwinklig zu den Drähten 23 verlaufen. Die Kontaktierungsmatte 19 kann somit vorgefertigt werden, wobei eine Lagerung der Kontaktierungsmatte 19 auf einer Vorratsrolle möglich ist, wie vorstehend beschrieben wurde.

Figur 6 zeigt schließlich einen Querschnitt durch den Anschlussstift 21 der Kontaktierungsmatte 19. Daraus ist ersichtlich, dass der Anschlussstift 21 im Bereich des Drahts 23 eine Abplattung 24 aufweist, welche die Verlotung des Drahtes 23 mit dem Anschlussstift 21 erleichtert.

Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und Abwandlungen möglich, die ebenfalls von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen und deshalb in den Schutzbereich fallen.

## Patentansprüche

1. Kontaktierungsmatte (9, 19) zur elektrischen Kontaktierung eines Aktors, insbesondere eines Piezoaktors für einen Injektor einer Einspritzanlage, mit
  - mehreren nebeneinander angeordneten elektrisch leitfähigen Drähten (5, 23) und
  - mehreren mechanischen Querverbindungen zwischen den einzelnen Drähten (5, 23),dadurch gekennzeichnet,  
dass die Querverbindungen aus jeweils einem Anschlussstift (3, 4, 20-22) des Aktors bestehen.
2. Kontaktierungsmatte (9, 19) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Anschlussstifte (3, 4, 20-22) Drahtführungen aufweisen, um die Drähte (5, 23) mechanisch zu führen.
3. Kontaktierungsmatte (9, 19) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Drahtführungen aus einer Abplattung (24) der Anschlussstifte (3, 4, 20-22) bestehen.
4. Kontaktierungsmatte (9, 19) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Drahtführungen aus Einkerbungen in den Anschlussstiften (3, 4, 20-22) bestehen, wobei die Einkerbungen in Längsrichtung der Drähte (5, 23) verlaufen.
5. Kontaktierungsmatte (9, 19) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Anschlussstifte (3, 4, 20-22) in Längsrichtung der Drähte (5, 23) im wesentlichen äquidistant angeordnet sind.

6. Kontaktierungsmatte (9, 19) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Anschlussstifte (3, 4, 20-22) in Längsrichtung der Drähte (5, 23) in einem Abstand angeordnet sind, der größer ist als die Länge der Drähte (5, 23) bei einem fertig kontaktierten Aktor.
7. Kontaktierungsmatte (9, 19) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Anschlussstifte (3, 4, 20-22) durch eine Lötverbindung mit den Drähten (5, 23) verbunden sind.
8. Kontaktierungsmatte (9, 19) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die einzelnen Drähte (5, 23) zwischen den Anschlussstiften (3, 4, 20-22) durch ein nachgiebiges Material (8) miteinander verbunden sind.
9. Kontaktierung nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das nachgiebige Material (8) elastisch und/oder schwingungsdämpfend ist.
10. Kontaktierung nach Anspruch 8 oder 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die einzelnen Drähte (5, 23) in das nachgiebige Material (8) eingehüllt sind.
11. Kontaktierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die einzelnen Drähte (5, 23) mit dem nachgiebigen Material (8) umgossen oder umspritzt sind.

12. Aktor, insbesondere Piezoaktor für einen Injektor einer Einspritzanlage, mit einer Kontaktierungsmatte (9, 19) nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur elektrischen Verbindung eines Piezostapels (18) mit zwei Anschlussstiften (3, 4, 20-22).

13. Injektor für eine Einspritzanlage mit einem Aktor nach Anspruch 12.

14. Herstellungsverfahren für eine Kontaktierungsmatte (9, 19) zur elektrischen Kontaktierung eines Aktors, mit den folgenden Schritten:

- Anordnung mehrerer elektrisch leitfähiger Drähte (5, 23) nebeneinander,
- Mechanische Verbindung der einzelnen Drähte (5, 23) miteinander durch mehrere Querverbindungen, dadurch gekennzeichnet, dass die Querverbindungen aus jeweils einem Anschlussstift (3, 4, 20-22) des Aktors bestehen.

15. Herstellungsverfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlussstifte (3, 4, 20-22) durch Lötverbindungen mit den Drähten (5, 23) verbunden werden.

16. Herstellungsverfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Drähte (5, 23) von einer oder mehreren Vorratsrollen (10, 11) abgewickelt werden, um die Drähte (5, 23) nebeneinander anzuordnen.

17. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16,

gekennzeichnet durch  
folgende Schritte:

- Befestigung der Drähte (5, 23) einer ersten Kontaktierungsmatte (9, 19) an einem ersten Kontaktstreifen (2) eines Aktors,
- Trennung der Drähte (5, 23) der ersten Kontaktierungsmatte (9, 19) zwischen den beiden Anschlussstiften (3, 4, 20-22), die dem Aktor am nächsten liegen,
- Befestigung der Drähte (5, 23) einer zweiten Kontaktierungsmatte (9, 19) an einem zweiten Kontaktstreifen desselben Aktors,
- Trennung der Drähte (5, 23) der zweiten Kontaktierungsmatte (9, 19) zwischen den beiden Anschlussstiften (3, 4, 20-22), die dem Aktor am nächsten liegen.

18. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Drähte (5, 23) der Kontaktierungsmatte (9, 19) zwischen den Anschlussstiften (3, 4, 20-22) durch ein nachgiebiges Material (8) miteinander verbunden werden.

19. Herstellungsverfahren nach Anspruch 18,

dadurch gekennzeichnet,

dass das nachgiebige Material (8) elastisch und/oder schwingungsdämpfend ist.

20. Herstellungsverfahren nach Anspruch 18 oder 19,

dadurch gekennzeichnet,

dass die einzelnen Drähte (5, 23) mit dem nachgiebigen Material (8) umhüllt werden.

21. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die einzelnen Drähte (5, 23) mit dem nachgiebigen Material (8) umgossen oder umspritzt werden.

22. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 21,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die einzelnen Drähte (5, 23) untereinander verbunden werden, indem die Drähte (5, 23) in das verflüssigte nachgiebige Material (8) eingetaucht werden, wobei das verflüssigte Material die Drähte (5, 23) benetzt und zwischen den Drähten (5, 23) Verbindungsbrücken bildet.

23. Herstellungsverfahren nach Anspruch 22,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Drähte (5, 23) in das verflüssigte nachgiebige Material (8) eingetaucht werden, bevor die Drähte (5, 23) mit dem Aktorkörper und den zugehörigen Anschlussstiften (3, 4, 20-22) verbunden werden.

24. Herstellungsverfahren nach Anspruch 23,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Drähte (5, 23) zusammen mit dem Aktorkörper und den Anschlussstiften (3, 4, 20-22) in das verflüssigte Material eingetaucht werden, nachdem die Drähte (5, 23) mit dem Aktorkörper und den zugehörigen Anschlussstiften (3, 4, 20-22) verbunden wurden.

25. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 24,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Aktorkörper mit den zugehörigen Anschlussstiften (3, 4, 20-22) und der Kontaktierungsmatte (9, 19) mit einer Vergussmasse vergossen wird.

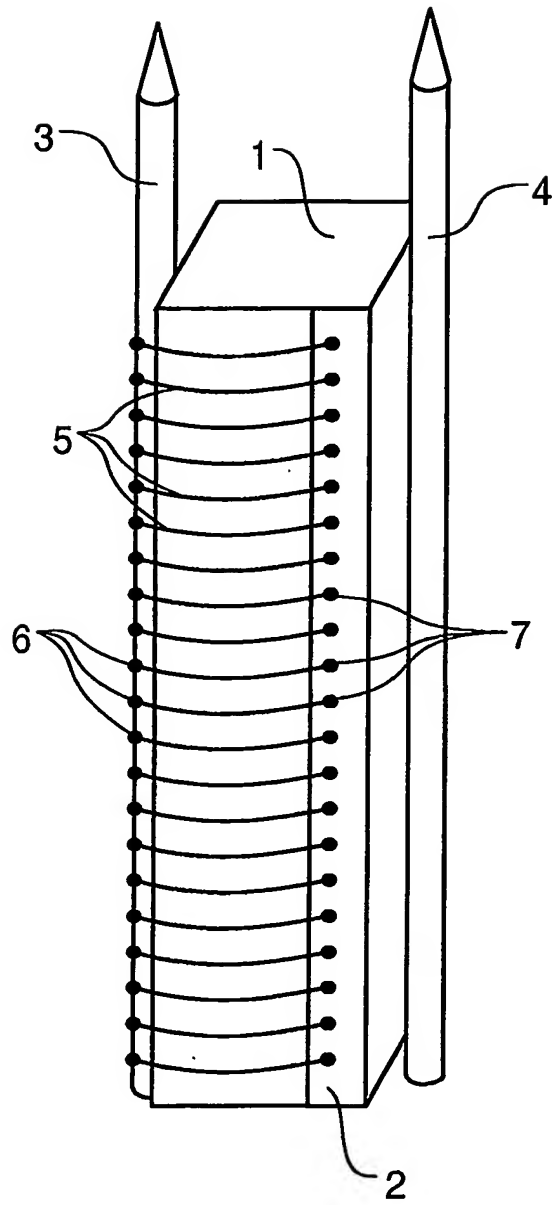


FIG 1



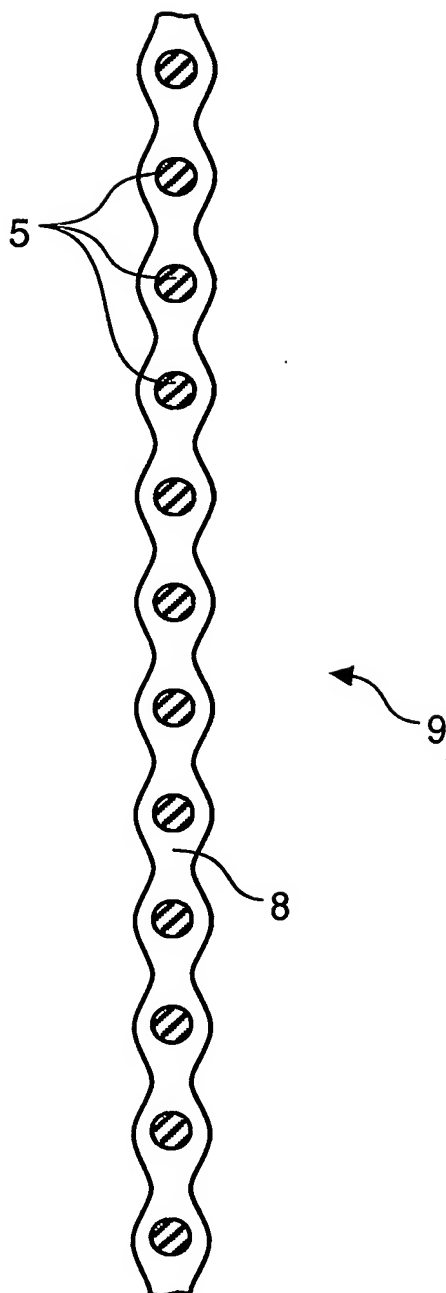


FIG 2

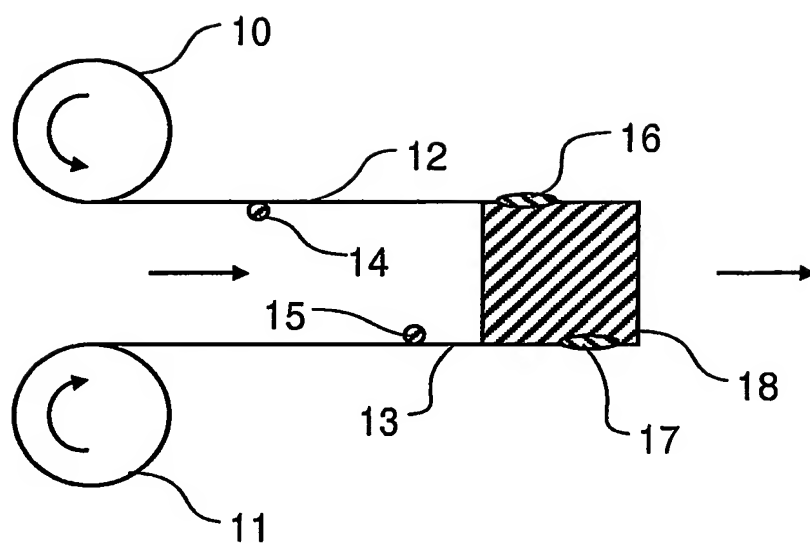


FIG 3

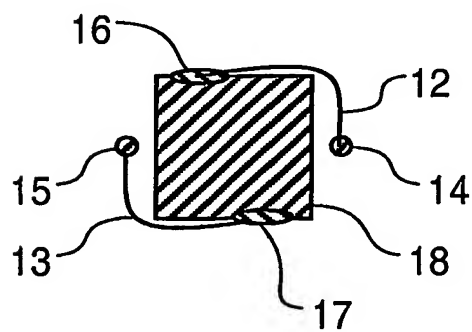


FIG 4

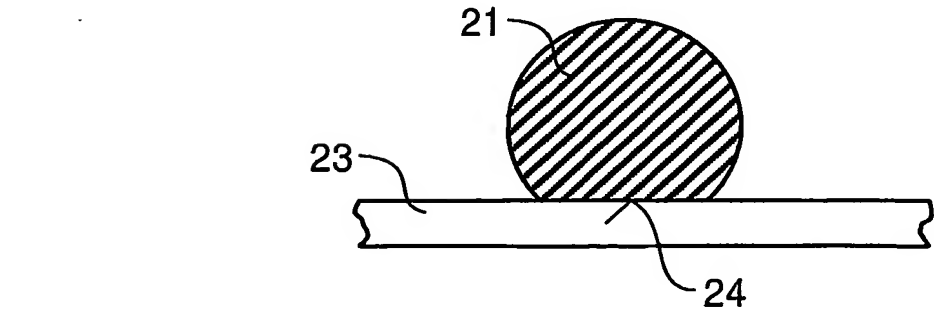
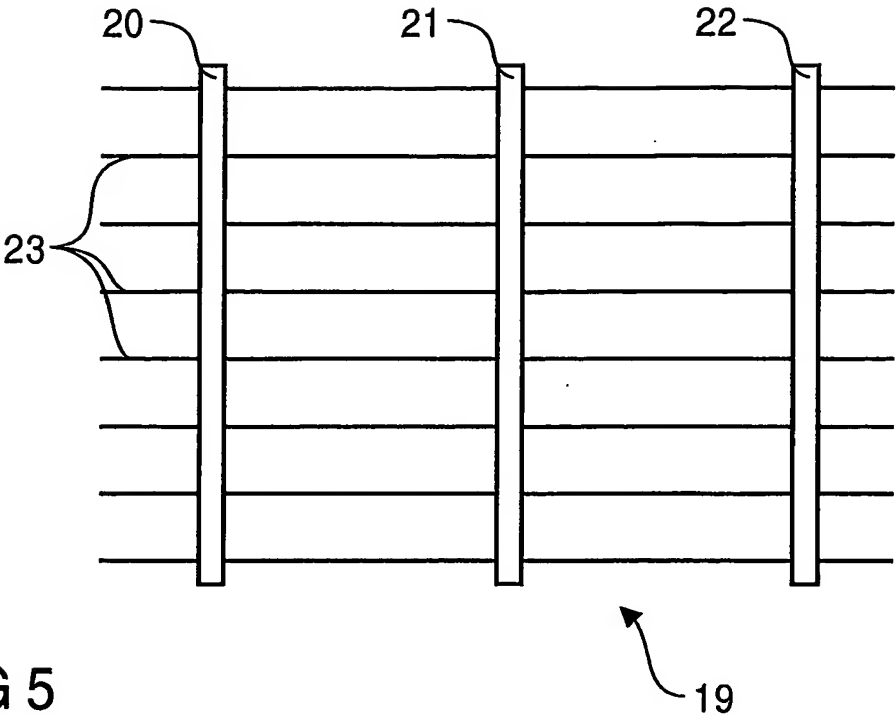


FIG 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/EP2004/052910

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M59/46 F02M51/06 F02M61/16 H01L41/047 H01L41/083

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 100 26 635 A1 (EPCOS AG; SIEMENS AG) 3 January 2002 (2002-01-03) column 5, paragraph 25; figure 5b	1,12-14
A	US 6 307 306 B1 (BAST ULRICH ET AL) 23 October 2001 (2001-10-23) abstract; claims 1,8; figures 1,3	1,12-14
A	US 6 316 863 B1 (SCHUH CARSTEN ET AL) 13 November 2001 (2001-11-13) abstract; figures 1,3	1,12-14

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 February 2005

Date of mailing of the international search report

25/02/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Boye, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/052910

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10026635	A1	03-01-2002	NONE	
US 6307306	B1	23-10-2001	DE 19930585 A1 FR 2782192 A1 JP 2000083388 A	10-02-2000 11-02-2000 21-03-2000
US 6316863	B1	13-11-2001	DE 19715488 C1 WO 9847187 A1 EP 0976165 A1 JP 2001519094 T	25-06-1998 22-10-1998 02-02-2000 16-10-2001

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/052910

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 F02M59/46 F02M51/06 F02M61/16 H01L41/047 H01L41/083		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierte(r) Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 F02M H01L		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 100 26 635 A1 (EPCOS AG; SIEMENS AG) 3. Januar 2002 (2002-01-03) Spalte 5, Absatz 25; Abbildung 5b	1,12-14
A	US 6 307 306 B1 (BAST ULRICH ET AL) 23. Oktober 2001 (2001-10-23) Zusammenfassung; Ansprüche 1,8; Abbildungen 1,3	1,12-14
A	US 6 316 863 B1 (SCHUH CARSTEN ET AL) 13. November 2001 (2001-11-13) Zusammenfassung; Abbildungen 1,3	1,12-14
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche 17. Februar 2005		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 25/02/2005
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3018		Bevollmächtigter Bediensteter Boye, M

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/052910

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10026635	A1	03-01-2002	KEINE		
US 6307306	B1	23-10-2001	DE	19930585 A1	10-02-2000
			FR	2782192 A1	11-02-2000
			JP	2000083388 A	21-03-2000
US 6316863	B1	13-11-2001	DE	19715488 C1	25-06-1998
			WO	9847187 A1	22-10-1998
			EP	0976165 A1	02-02-2000
			JP	2001519094 T	16-10-2001